

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04247824  
PUBLICATION DATE : 03-09-92

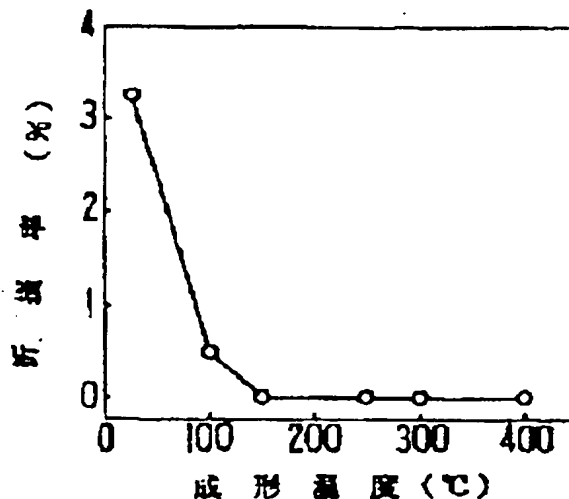
APPLICATION DATE : 25-01-91  
APPLICATION NUMBER : 03007577

APPLICANT : SUZUKI KINZOKU KOGYO KK;

INVENTOR : ONODA MITSUYOSHI;

INT.CL. : C21D 8/06 C21D 9/02 C22C 38/00  
C22C 38/48

TITLE : MANUFACTURE OF HIGH STRENGTH  
SPRING



ABSTRACT : PURPOSE: To manufacture a spring having high fatigue strength corresponding to the conversion of the stress and strength of an automobile valve spring, a suspension spring or the like into high one.

CONSTITUTION: A quenched and tempered steel wire contg. 0.55 to 0.75% C, 1.00 to 2.50 Si and 0.30 to 1.50% Mn, two or three kinds among 1.00 to 4.00% Ni, 0.50 to 2.50% Cr and 0.10 to 1.00% Mo, one or two kinds of 0.05 to 0.60% V and 0.05 to 0.60% Nb and the balance Fe and having 200kgf/mm tensile strength is heated to 100 to 550°C and 15 formed into a spring. By this invention, a spring having high fatigue strength and a long service life which have not been obtd. in conventional one can be manufactured, and the residual stress of the spring after forming is extremely low, low temp. annealing after the forming ordinary required can be obviated.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-247824

(43) 公開日 平成4年(1992)9月3日

(51) Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 8/06	A	8116-4K		
9/02	A	7356-4K		
C 2 2 C 38/00	3 0 1 Z	7217-4K		
38/48				

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平3-7577	(71) 出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成3年(1991)1月25日	(71) 出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
		(71) 出願人	000151597 株式会社東部製作所 愛知県愛知郡東郷町大字春木字蛭池1番地
		(71) 出願人	000252056 鈴木金属工業株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目8番2号
		(74) 代理人	弁理士 矢重 知之 (外1名)

最終頁に続く

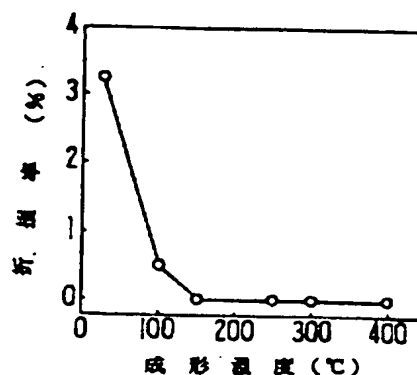
(54) 【発明の名称】 高強度ばねの製造方法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、自動車用弁ばね、懸架ばね等の高応力化、高強度化に対応した高疲労強度を有するばねの製造方法を提供する。

【構成】 C: 0.55~0.75、Si: 1.00~2.50、Mn: 0.30~1.50%と、Ni: 1.00~4.00、Cr: 0.50~2.50、Mo: 0.10~1.00%の2種ないし3種と、V: 0.05~0.60、Nb: 0.05~0.60%の1種ないし2種および残Feを含有し、引張強さ200Kg/mm<sup>2</sup>以上の焼入・焼戻鋼線を、100~550℃の温度に加熱し、ばねに成形加工する。

【効果】 本発明により従来得られなかった高疲労強度、高寿命のばねを製造でき、また成形後のばねの残留応力が極めて低いので、通常必要な成形後の低温焼鈍を省略することができる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 重量%で

C : 0.55~0.75%、

Si : 1.00~2.50%、

Mn : 0.30~1.50%

と、

Ni : 1.00~4.00%、

Cr : 0.50~2.50%、

Mo : 0.10~1.00%

のうち2種ないし3種と、

V : 0.05~0.60%、

Nb : 0.05~0.60%

のうち1種ないし2種を含有し、残部は不可避不純物およびFeからなる引張強さ200Kg/mm<sup>2</sup>以上を有する焼入・焼戻し鋼線を、100℃以上550℃以下の温度に加熱し、ばねに成形加工することを特徴とする高強度ばねの製造方法。

【請求項2】 請求項1記載の方法でばね形状に成形加工した後、低温焼鈍を施すことなく「ばね」とする高強度ばねの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車のエンジンの弁ばね、あるいは自動車の懸架ばね用等に用いられる疲労強度の優れた高強度ばねの製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来自動車のエンジン等々に使用されている弁ばね、あるいは自動車の懸架ばね用鋼線の一部は、JISG3561、JISG3565、JISG3566、JISG3567、JISG3568等で規定されているいわゆるオイルテンパー線を冷間でばねに成型加工して使用される。ところで近年自動車エンジンの高出力化、車体の軽量化の要望が極めて高く、これに対応するため高疲労強度のばねが強く求められているが、これらはJISで規定されている既存の材料では、この要求を満たすことが難しくなっている。この疲労強度向上の要望に応えるため、材料的には、合金元素量を増したばね鋼が提案されている（例えば、特開昭59-177351、特開昭62-107044、特開昭62-177152、特開平2-107746号公報）。また、ばね製造上からは、窒化処理、ショットピーニング等により表面を硬化させ適当な圧縮の残留応力を付与するの

が一般的になってきている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述したばねの疲労強度を向上させるためには、ばねを構成する鋼材の強度すなわち硬さを上げることが一つの有効な手段であるが、既に提案されている高強度用のばね鋼で、高い引張り強さを有する焼入・焼戻し鋼線（オイルテンパー線）を製造しても、その鋼線の冷間加工性が低いため、冷間成形で実際のばねに加工することができず、弁ばね、懸架ばね等の高寿命化には限界があった。本発明は高強度の焼入・焼戻し鋼線から高強度のばねを製造する方法を得ることを目的とするものである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは上記の問題点を解決するため、種々の実験を重ねた結果、高強度の焼入・焼戻し鋼線の加工性が100℃~550℃の温度範囲で極めて向上することを見出し発明を完成したものである。すなわち本発明は、

## (1) 重量%

C : 0.55~0.75%、

Si : 1.00~2.50%、

Mn : 0.30~1.50%

と、

Ni : 1.00~4.00%、

Cr : 0.50~2.50%、

Mo : 0.10~1.00%

のうち2種ないし3種と

V : 0.05~0.60%、

Nb : 0.05~0.60%

のうち1種ないし2種を含有し、残部は不可避不純物およびFeからなる引張強さ200Kg/mm<sup>2</sup>以上を有する焼入・焼戻し鋼線を、100℃以上550℃以下の温度に加熱し、ばねに成形加工することを特徴とする高強度ばねの製造方法、および(2)上記(1)項に記載の方法でばねに成形加工した後、低温焼鈍を施すことなく「ばね」とする高強度ばねの製造方法、を要旨とするものである。

【0005】 以下に本発明者らが行った実験結果を示し、本発明の内容を詳説する。表1に示す化学成分を有する直径4.0mm、引張強さ220Kg/mm<sup>2</sup>のオイルテンパー線を製造し、種々の温度で引張試験を行った。

## 【0006】

## 【表1】

(wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0.67	1.55	0.70	0.009	0.013	1.47	0.25	0.50

【0007】その時の試験片の絞り、および引張強さを図3に示す。図4は図3に示した種々の温度で引っ張った後の試験片の硬さを測定した結果である。図3から引張り加工の温度が高くなるとともに延性が改善され、絞りが増加し100℃を越すと40%以上の絞りを有するようになり、材料の加工性が極めて良く改善されていることがわかる。またその時の加工に要する動力を表わす尺度と考えられる引張強さも、加工温度が300℃以上で低下していることがわかる。さらに図4によると、このような温度を上げて加工した後の材料の強度（硬さ）は、加工温度が550℃位までは初期の硬さを維持し、更に中間の温度域ではむしろ硬くなっていることがわかる。

【0008】図3には、引張試験の際の破断状況を観察し、微細な表面疵等を起点にした異常破断現象の有無（○は異常破断無し、●は異常破断有り）を記入してあり、この実験では150℃以上でこの異常破断は生じていなかった。なお、図3中のデータは、この異常破断が生じた場合の値は除いてある。この結果によれば温度を上げて加工することにより、微細な疵の破断に対する影響を軽減できることがわかる。また、通常の冷間成形法で製造したばねの内側には、引張残留応力が存在し、疲労特性に悪影響を及ぼす低温焼鈍を行なうのが常であるが、本発明法で成形したばねに存在する残留応力は極めて低い値であり、低温焼鈍を行う必要がないことも特徴である。

【0009】以上のことから室温の引張強さが200 Kg/mm<sup>2</sup>を越すような高強度の鋼線を加工する場合、その加工温度を高めることにより、微細なきずに対する割れ感受性の低減、材料延性の向上および加工動力の低減をもたらす、かつ、加工した後の強度は最初有していた以上の強度を確保できることが明らかにあり、ひいては、通常行われている成形後の低温焼鈍をも省略できることも明らかとなった。

【0010】

【作用】以下に本発明の各構成要件の範囲の限定理由および作用について説明する。Cは焼入・焼戻鋼線の強度（硬さ）を左右する元素で、0.55%未満では必要な強度が得られないので避けなければならない。また、0.75%を越えて添加してもそれ以上強度上の利点がないので、上限を0.75%とした。Siは、ばねの特性上重要な「へたり」を低減するために必要な元素で、1.00%未満では「へたり」が大き過ぎて、高強度の弁ばね、懸架ばねとして使用できないので避ける必要がある。一方、2.50%を越えて添加しても、それ以上の効果が得られないばかりか、製造上の困難さ、例えば脱炭の抑制が増すので避けなければならない。Mnは脱炭および鋼材の焼入性を与える元素で、0.30%未満

ではその効果が不十分であり、また、1.50%を越えて添加してもそれ以上の効果が得られないので、上限を1.50%とした。Ni、Cr、Moは、焼入性を上げ、あるいは焼き戻し軟化抵抗を高め、あるいは微細な炭化物を析出することにより、ばねの強度と靱性を向上せしめる元素であり、その2種ないし3種を複合して添加することが必要である。そのため、Niは、1.00~4.00%添加することが必要であるが、1.00%未満ではその効果が現れず、また、4.00%を越えて添加してもそれ以上の効果が得られない。Crは、0.50%以上の添加が必要であり、2.50%を越すと「へたり」性が劣化するので避けなければならない。Moは焼き戻し軟化抵抗を高め、また微細な炭化物を析出することにより、ばねに強度と靱性を付与する効果もあるため、0.10~1.00%の添加するが、0.10%未満ではその効果が認められずまた1.00%を越えても効果が飽和してしまうので除外する。V、Nbは結晶粒の微細化、析出硬化により、強度の向上、へたり性の改善を行うために添加する元素であり、0.05%以上0.60%以下の範囲で1種または2種を複合して添加するが、それぞれの成分が0.05%未満では効果がなく、0.60%を越えて添加しても効果は飽和する。

【0011】更に、本発明は、高疲労強度を有するばねの製造方法を目的としたものである。引張強さ200 Kg/mm<sup>2</sup>以上の強さを有する焼入・焼戻鋼線が対象となり、引張強さが200 Kg/mm<sup>2</sup>未満の場合は除外される。なお、対象とする焼入・焼戻鋼線とは、必ずしも高い温度（オーステナイト域）から油等に焼入して製造されるいわゆるオイルテンパー線に限らず、空気焼入等によって得られた高強度の鋼線、あるいは高周波加熱によって得られる焼入焼戻鋼線も含まれる。この焼入・焼戻鋼線をばねに成形する際、いわゆる温間で加工することが本発明の特徴である。加工温度が、100℃未満では鋼線の延性が低く、また脆感受性が高いのでばねに成形加工することができない。一方、550℃を越えた温度条件の場合、得られたばねの強度が低下してしまい、高強度ばねが製造できないし、また酸化が激しくなり表面状態が悪化する。その対策も施す必要があるので除外する。

【0012】

【実施例】以下に本発明の実施例を示す。

（実施例1）表2に示す化学成分を有する鋼線から、引張強さが220 Kg/mm<sup>2</sup>の強度を有する直径4.0mmのオイルテンパー線を製造し、表3に示す諸元を有する自動車用弁ばねに種々の温度で成形加工した。

【0013】

【表2】

(wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0.65	1.40	0.70	0.009	0.010	1.50	0.60	0.20

【0014】

【表3】

鋼径(d)	4.0 mm
コイル平均径(D)	24.0 mm
有効巻数(N)	8.5 回
自由高さ(H <sub>0</sub> )	58.0 mm
ばね指数(C)	6.0

\* 示す。その結果、室温では折損率が高い比率で生じているので、コイルリングの温度を上げることにより折損率が低下し150℃以上ではゼロとなっていることが明らかである。

10

【0016】(実施例2)表4に示す化学成分を有する鋼線から引張強さ220 Kg/mm<sup>2</sup>の強度を有する直径3.2mmの焼入・焼戻鋼線を製造し、表5に示す諸元を有する自動車用弁ばねに種々の温度で成形加工した。

【0017】

【表4】

【0015】その時の加工温度と折損率の関係を図1に\*

(wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0.66	1.41	0.71	0.009	0.011	1.52	0.70	0.31

【0018】

【表5】

鋼径(d)	3.2 mm
コイル平均径(D)	18.0 mm
有効巻数(N)	8.5 回
自由高さ(H <sub>0</sub> )	50.0 mm
ばね指数(C)	6.0

※向上し、150℃以上では折損率がゼロとなっていることが明らかである。

30

【0020】(実施例3および比較例)前述の表4に示す化学成分を有する鋼線から引張強さ210 Kg/mm<sup>2</sup>の強度を有する直径3.2mmの焼入・焼戻鋼線を製造し、表5に示す諸元を有する自動車エンジンの弁ばねにばねの成形温度を400℃とした本発明の実施例と、常温(25℃)で成形加工した比較例により製造した。それらの弁ばねについて、最大応力 $\sigma_{max} = 115 \text{ Kg/mm}^2$ で $5 \times 10^7$ 回の疲労試験を行った。その結果を表6に示す。

【0021】

【表6】

【0019】その時のばねの加工温度と折損率の関係を図2に示した。その結果、室温では折損率が高い比率で生じたが、コイルリングの温度を上げることにより加工性が※

区 分	ばね成形温度 (℃)	残存応力 (成形後) (Kg/mm <sup>2</sup> )	低温焼鈍 温度 (℃)	残存応力 (低温焼鈍後) (Kg/mm <sup>2</sup> )	疲労試験結果
実施例	400	8	焼鈍なし	—	破断せず
比較例	25	6.5	焼鈍なし	—	破断
比較例	25	6.5	410℃	7	破断せず

【0022】表6に示すように本発明による場合、ばねに成形後の低温焼鈍を省略しても良好な疲労特性を有していることがわかる。

50

【0023】(実施例4)表7に示す組成の鋼線から引

7  
張強さ225 Kg/mm<sup>2</sup>の強度を有する直径3.2mmの焼入・焼戻鋼線を製造し、直径3.2mmの芯金に巻付ける試験（自径巻試験）を行なった。

\*【0024】

【表7】

(wt%)								
C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V
0.58	1.80	0.85	0.008	0.009	1.50	0.95	0.35	0.21

【0025】その結果、巻付ける温度が150℃以上の場合、折損は皆無であり充分ばねに加工出来る延性を有していることが確かめられた。

【0027】

【表8】

【0026】（実施例5）表8に示す組成の鋼線から引張強さ215 Kg/mm<sup>2</sup>の強度を有する直径3.4mmの焼入・焼戻鋼線を製造し、直径3.4mmの芯金に巻付けた。

(wt%)								
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb
0.80	1.85	0.90	0.008	0.007	1.70	0.50	0.25	0.33

【0028】その結果巻付ける温度が、150℃以上の場合は、折損が皆無であり充分なばねに加工できる延性を有していることが確かめられた。また、上記の実施例は、いずれも井ばねについて記述したが、懸架ばねについても同様の効果を有することを確認した。

【0029】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、引張強さ200 Kg/mm<sup>2</sup>以上の高強度を有する焼入・焼戻鋼線から安定して「ばね」に成形加工でき、従来得られなかった高疲労強度、高寿命を有する高強度ばねを製造するこ

とができ、工業的な効果は多大である。

【図面の簡単な説明】

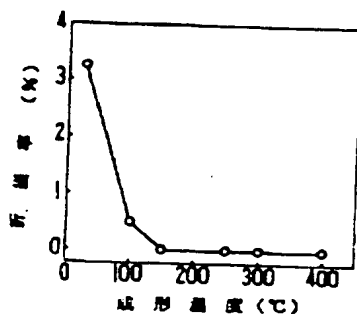
【図1】実施例1のばね成形温度と折損率との関係を示す図表である。

【図2】実施例2のばね成形温度と折損率との関係を示す図表である。

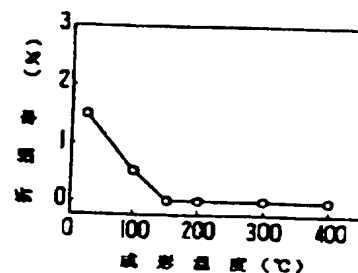
【図3】引張強さ220 Kg/mm<sup>2</sup>の焼入・焼戻鋼線の各温度における引張試験の結果を示す図表である。

【図4】図3に示す引張試験後の試験片の硬さを示した図表である。

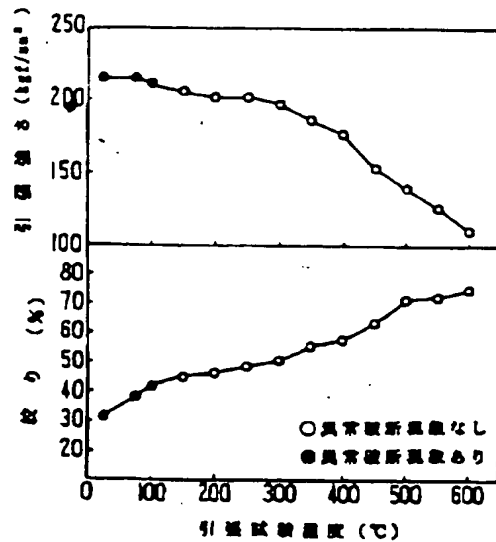
【図1】



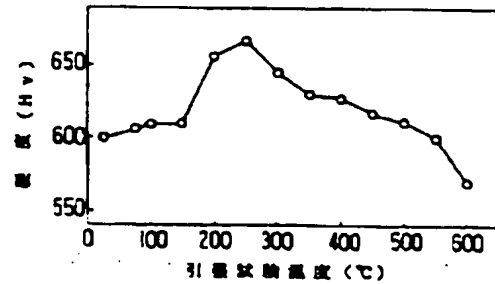
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (72)発明者 子安 善郎  
北海道室蘭市仲町12番地 新日本製鐵株式  
会社室蘭製鐵所内
- (72)発明者 中野 修  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動  
車株式会社内

- (72)発明者 石川 裕二  
愛知県愛知郡東郷町大字春木字蛭池1番地  
株式会社東郷製作所内
- (72)発明者 小野田 光芳  
千葉県習志野市東習志野7-5-1 鈴木  
金属工業株式会社内